

M. Gubler fait à la Société la communication suivante :

DE LA MER COMME SOURCE DE CALCAIRE POUR LES PLANTES DU LITTORAL (1),

par M. Adolphe GUBLER.

La dispersion des espèces végétales est-elle gouvernée par la composition élémentaire du sol ou par son état d'agrégation : tel est le grave problème qui s'agite depuis longtemps entre les botanistes ; les uns soutenant que l'influence de la nature chimique est prépondérante ; les autres, avec Thurmman, n'accordant d'importance réelle qu'à la constitution physique.

Il serait injuste de ne pas admettre comme vraies plusieurs des propositions émises par le célèbre auteur de la *Phytostatique du Jura* et par ses adhérents ; mais il faudrait être aveugle, selon moi, pour ne pas reconnaître les rapports étroits qui unissent beaucoup d'espèces botaniques à la présence de telle ou telle substance minérale.

Cependant les deux doctrines exclusives comptent des partisans également éminents et également passionnés. A ne consulter que les autorités, nous resterions donc fort perplexes. Par bonheur, le champ de l'observation est ouvert à tout le monde, et chacun peut, autour de soi, chercher la vérification de l'une ou de l'autre théorie et former sa conviction. Mais, pour établir définitivement ce point de science, on ne doit plus se contenter d'accumuler des détails vus de loin et recueillis à la légère : il faut, à l'exemple d'un certain nombre de savants distingués de la France et de l'étranger, examiner les choses de plus près, s'assurer de toutes les circonstances des faits et n'affirmer qu'après une constatation positive de toutes les particularités litigieuses.

Encore l'*observation* la plus scrupuleusement exacte serait-elle insuffisante, dans la plupart des cas, pour autoriser des conclusions définitives, si l'on n'y joignait l'*expérimentation*. Ici comme ailleurs, dirons-nous après M. le professeur Chevreul, la méthode expérimentale donnera le dernier mot de la science.

Pour avoir négligé ces procédés rigoureux, les adversaires de l'influence chimique du sol ont été quelquefois conduits à citer comme contradictoires des faits qui, mieux observés et plus sainement interprétés, auraient été favorables au contraire à l'opinion qu'ils voulaient combattre. C'est ainsi qu'ils se sont fait un argument de la présence d'espèces calcophiles dans des formations géologiques, réputées exemptes de chaux, où cette substance se re-

(1) La chaux existe naturellement dans presque tous les terrains, comme dans les eaux, à l'état de carbonate ; elle y est associée d'ordinaire à la magnésie, elle-même combinée avec l'acide carbonique. Ces sels terreux jouent à peu près le même rôle dans la nature ; aussi me verra-t-on les désigner souvent ensemble dans le détail des faits. Nous aurons à nous expliquer plus tard sur le rôle des carbonates terreux dans la végétation.

trouve pourtant à titre d'élément normal, bien que méconnu, ou même à titre d'ingrédient accessoire, quoique constant. Les partisans de l'influence chimique s'étonnent, leurs adversaires se réjouissent, de rencontrer dans le sable siliceux de la plage, sur des côtes où n'affleurent que des terrains primitifs, des plantes généralement connues pour préférer les sols pourvus de carbonate calcaire. Étonnement et triomphe cesseront à la fois si nous parvenons à démontrer la présence réelle et nécessaire de ce principe chimique dans la zone maritime par excellence, celle qui s'imprègne des émanations salines de la mer.

Au sol qu'elle baigne la mer fournit la chaux par deux procédés, l'un direct, l'autre indirect.

Indirectement, elle agit dans ce sens en nourrissant dans son sein une infinité d'animaux inférieurs qui lui empruntent des sels terreux pour former leurs coquilles (crustacés, mollusques), et dont les enveloppes, rejetées sur le rivage par le flot ou la marée, viennent apporter au détritibus des roches siliceuses le calcaire qui leur fait défaut.

Cette source importante de calcaire a été parfaitement comprise et signalée par M. Payen, dans son beau travail sur les *Développements des végétaux* (1), et par M. Le Jolis (de Cherbourg), dans un mémoire tout récent (2). Elle est tellement évidente que je ne crois pas devoir insister pour en faire admettre l'existence.

Il est une autre source plus directe, c'est l'eau de mer, considérée comme dissolution passablement concentrée de sels terreux.

Plusieurs modes de diffusion servent à répandre cette eau avec ses principes minéraux dans la terre du rivage : c'est, d'une part, l'infiltration de la mer dans le sol perméable, ou son transport en masse dans diverses circonstances exceptionnelles ; d'autre part, la dissémination dans l'atmosphère de la poussière d'eau marine, emportée par le vent de la surface de l'onde, ou broyée par l'action du flot qui vient battre le rivage.

Revenons en détail sur chacun de ces deux modes de dispersion de l'élément calcaire.

L'eau de la Méditerranée ou de l'Océan, qui imbibe constamment le sable de la grève et pénètre à une certaine distance dans l'intérieur de la terre, abandonne peu à peu une partie des matériaux solides qu'elle tient en dissolution. Ces substances adhèrent au sol, comme les matières qui souillent l'eau potable de nos villes s'arrêtent dans les pores des filtres de pierre destinés à la purifier. Mais, quoi qu'on ait dit des sources ou des puits d'eau douce qui, tels que l'aiguade de l'îlot principal de l'archipel de Chausey (3), sem-

(1) In *Mém. de l'Acad. des sciences*, tome VIII des savants étrangers.

(2) *De l'influence chimique du terrain sur la dispersion des plantes*.

(3) Sur la côte septentrionale de la Bretagne, près de Granville.

blent ne pouvoir provenir des eaux pluviales, il est plus que douteux que ces sources soient alimentées par la mer ; elles s'expliquent plus rationnellement par la pénétration d'un filet d'eau douce dans une fissure du sol comprise entre des couches imperméables ; rien ne prouve rigoureusement jusqu'ici que l'eau de mer puisse se dépouiller de la presque totalité de son chlorure de sodium.

Il n'y a donc pas lieu d'introduire l'hypothèse que l'eau de mer dont le terrain s'imbibe puisse servir à la végétation ; car, sauf un petit nombre d'exceptions, le sel marin en solution concentrée est pernicieux aux plantes phanérogames. On ne pourrait supposer qu'une circonstance où l'eau de mer, apportée accidentellement et en masse, abandonnerait dans le sol des sels terreux profitables plus tard à la végétation : ce serait le cas où le résidu salin, laissé par l'évaporation de cette eau, serait lavé ultérieurement par la pluie qui entraînerait rapidement le chlorure de sodium sans dissoudre proportionnellement les combinaisons dont la chaux et la magnésie font la base. Mais ce cas imaginaire doit se réaliser assez rarement pour qu'il soit superflu d'en tenir compte.

Le mode de transport de l'élément calcaire par l'eau de mer pulvérisée offre une tout autre certitude, ainsi que je vais le prouver par des observations en partie nouvelles, je crois, dans la science.

Établissons d'abord la réalité, la constance même des phénomènes de la réduction incessante de l'eau de mer en gouttelettes d'une excessive ténuité, susceptibles par là d'être entraînées au loin dans l'atmosphère et de se déposer ensuite sur le sol ou sur le tapis végétal qui le couvre. Ce phénomène est rendu évident par plusieurs circonstances qu'il suffira de rappeler ici.

Beaucoup de personnes ont remarqué cette sorte d'écume blanche que des brises très fortes enlèvent au sommet des vagues et promènent d'une cime à l'autre en la poussant avec vélocité dans leur propre direction. Quand le vent du large souffle avec violence, il a le pouvoir de transporter au loin cette poussière aqueuse. Mais une semblable poussière liquide se forme constamment, même dans les temps de calme, sur la bordure de sable où le flot vient expirer. Elle est manifeste en tout temps pour l'observateur dont le regard, dirigé parallèlement à la ligne du rivage, plonge ainsi dans une couche épaisse de cette sorte de vapeur qui s'élève comme une zone de brouillard à la limite de la terre et de l'onde, et se répand sur la première jusqu'à une distance considérable. A l'état visible, cette zone occupe souvent une épaisseur, transversale ou horizontale, qui n'est certainement pas moindre de 50 mètres ; il ne me répugne donc pas d'admettre que, sous forme très divisée et conséquemment invisible, la poussière liquide puisse atteindre une distance triple et quadruple. Ce qui justifie cette hypothèse, c'est que l'air est chargé d'émanations salines à une grande distance de la côte ; soit que ces substances minérales, naturellement fixes, soient entraînées avec l'eau de mer qui se va-

porise par la chaleur, ainsi que cela se passe dans nos alambics pendant la distillation (1) ; soit qu'elles se trouvent réellement emportées à l'état dissous dans des globules excessivement petits du liquide qui leur sert de véhicule.

Au reste, si l'étendue de l'espace sur lequel la présence de l'eau de mer pulvérisée ou vaporisée peut faire sentir son influence, reste encore à déterminer, la réalité du phénomène ne saurait être sérieusement contestée. Elle est d'ailleurs rendue évidente par le fait suivant, qui ne paraît pas avoir fixé jusqu'ici l'attention d'aucun naturaliste, et dont j'ai pu étudier toutes les particularités essentielles pendant mon séjour à Cannes, l'hiver dernier (1861).

Il existe çà et là, sur les rochers maritimes situés au voisinage immédiat de la mer jusqu'à 20 mètres environ de la limite atteinte habituellement par le flot (2), une couche parfois très remarquable d'une substance jaune grisâtre, compacte, lisse et comme polie, semblable au vernis dont on couvre les poteries d'argile. Cette couche, d'une épaisseur qui varie d'une fraction à 1 ou 2 millimètres, n'est pas toujours plane, uniforme et reluisante ; elle présente quelquefois une surface d'un aspect rugueux, mate ou mamelonnée comme certaines stalactites.

En outre, cette concrétion est essentiellement formée de carbonates terreux, car elle fait une vive effervescence avec les acides énergiques et spécialement avec l'acide chlorhydrique qui la dissout entièrement à la longue. La première fois que je rencontrai cette couche, ce fut sur des roches appartenant au calcaire jurassique, et, quoiqu'il fût évident pour moi, d'après la différence de structure et de cohésion, que j'avais affaire à un dépôt ajouté à la pierre primitive, je dus provisoirement faire des réserves sur l'origine de cette concrétion et me demander si ce n'était pas la roche calcaire elle-même qui s'était laissé user et polir, ou bien qui en avait fourni les matériaux sur place. Dans le but d'éclaircir ce doute, je conçus aussitôt l'idée d'aller examiner des roches entièrement dépourvues de carbonate de chaux. Or, ayant retrouvé la même production sur des rochers de granite, de gneiss, d'euryte, etc., il me fut démontré que c'était bien la mer, en tant que solution de sels terreux, qui était la source de ce dépôt.

Cette série d'observations fut faite, d'une part sur la presque île calcaire de la Croisette, et d'autre part sur les roches primitives ou du moins siliceuses qui émergent à l'occident de Cannes, du côté de la Napoule et de l'Estérel.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société un certain nombre d'échantillons recueillis dans ces deux localités, et l'on peut s'assurer qu'une

(1) On sait que l'eau a besoin d'être distillée trois ou quatre fois pour être complètement débarrassée de chlorure de sodium, comme si une vapeur donnait des ailes aux molécules non volatiles par elles-mêmes.

(2) Cette limite, on le conçoit, est facile à déterminer, puisque la Méditerranée n'est pas sujette, comme l'Atlantique, à des expansions et à des retraites alternatifs constituant la marée. Du moins ces oscillations du flux et du reflux sont-elles à peine senties.

goutte d'acide chlorhydrique versée sur le vernis qui les incruste détermine chez tous une vive effervescence caractéristique de la présence des carbonates.

D'autres faits vinrent plus tard me confirmer la justesse de ces interprétations. Ainsi je remarquai que, lorsqu'une lame plus forte était venue déferler au loin sur la plage, le sable, essentiellement siliceux, mouillé par elle puis séché, conservait une solidité singulière, comme s'il avait été cimenté par de l'eau de chaux. On pouvait le détacher par écailles ou par plaques assez étendues, épaisses de 2 à 3 millimètres, et couvertes d'efflorescences blanchâtres, plus ou moins apparentes, formées certainement en majeure partie par du chlorure de sodium, mais renfermant nécessairement aussi les autres substances salines en dissolution dans la mer. Ces portions de sable, préalablement solidifiées par le résidu de la vague, traitées par l'acide chlorhydrique, dégageaient en effet d'abondantes bulles de gaz carbonique : ce que ne faisait pas au même degré, ce me semble, le sable non cimenté du voisinage (1). La consolidation du sable par ce que j'appellerai *la vague de plus longue portée*, parce qu'elle dépasse la limite de toutes les autres, est un phénomène qui mérite réflexion. D'abord je me suis assuré de sa constance, et je ne crains pas de raisonner d'après cela comme si le fait était notoire pour la généralité des observateurs. A première vue, je fus un peu surpris, je l'avoue, de n'observer cette sorte de cimentation que sur la dernière ligne atteinte par le flot ; je me demandai comment il se faisait qu'une seule lame pût laisser tant de substance solide, tandis que le sable plus rapproché de la masse liquide et fréquemment imprégné d'eau de mer gardait, après dessiccation, ses grains isolés et nullement empâtés par les sels terreux que, là pourtant comme plus loin, la mer devait abandonner par évaporation. Mais je ne tardai pas à trouver, je pense, la clef de la difficulté, et je transmets à mes collègues l'explication suivante.

Ce n'est pas la petite proportion de sels calcaires en dissolution dans l'eau qui représente toute la substance terreuse du ciment laissé sur la grève par la vague excentrique, c'est l'écume apportée par cette vague qui en fournit sans doute la majeure partie. En effet, l'écume de toutes les eaux naturelles, courantes ou agitées, tient en suspension un grand nombre de particules solides et notamment salines qui forment rapidement des incrustations amorphes sur les plantes aquatiques (2). Il n'en est pas autrement pour l'eau de mer.

(1) Bien que ce résultat doive être prévu et soit, pour ainsi dire, exigé par suite de l'addition d'une quantité plus ou moins notable de carbonates provenant de l'eau de mer, je n'affirme qu'avec réserve, parce que la chose est difficile à constater directement. Du reste, il est superflu d'avertir que, pour mieux saisir ces différences, il convient d'opérer sur du sable siliceux aussi pur que possible, recueilli loin des lieux où se rassemblent d'ordinaire les coquilles et leurs débris, et loin des embouchures des cours d'eau qui déversent leur limon calcaire aux époques des grandes crues.

(2) Sans préjudice des productions dues à des zoophytes, des infusoires ou à des végétaux cellulaires qui se revêtent d'un test calcaire.

La présence des particules salines de nature terreuse s'explique aisément par l'insolubilité de ces substances minérales, les bicarbonates magnésien et calcaire (1), tenus en dissolution à la faveur de leur excès d'acide, venant à perdre cet excès, se précipitent ou plutôt se séparent du liquide, et, comme cette déperdition de gaz carbonique est accélérée par le contact des gaz atmosphériques, en vertu d'une véritable substitution, les couches d'eau superficielles, fouettées par le vent, sont celles qui se dépouillent le plus de leurs carbonates terreux. Ceux-ci, rencontrant des bulles d'écume, auxquelles ils adhèrent, et formant avec elles un système plus léger que l'eau, sont portés dans la direction du flot et déposés sur le rivage, où ils produisent, sur le sable mobile, le phénomène de consolidation qui nous occupe. C'est peut-être par un mécanisme analogue, et non simplement par la mise à nu des sels terreux actuellement dissous, que se font les incrustations dont il a été question antérieurement. Remarquons, en effet, que les particules des carbonates de chaux et de magnésie, séparées tout à l'heure de leur dissolvant, sont infiniment divisées, moléculaires et, pour ainsi dire, à l'état naissant : qu'en conséquence, elles jouissent d'une force d'adhésion considérable, qui leur permet d'agglutiner la poussière siliceuse ou de former des couches solides et compactes à la surface des rochers.

La mer peut encore restituer des particules calcaires par un autre mécanisme, dont j'ai acquis la preuve dans les circonstances suivantes.

Dans l'île Saint-Honorat, derrière une large bande de brisants qui en protègent la côte méridionale et dont les plus avancés à l'orient portent les ruines du célèbre monastère, j'ai trouvé, dans des anfractuosités et des fissures de la roche, une substance grisâtre, terreuse, homogène, ayant, lorsqu'elle est humide, la consistance de la marne et formant des amas de 5, 10 et jusqu'à 20 centimètres d'épaisseur. Cette substance terreuse fait une vive effervescence avec les acides puissants : elle est donc, en grande partie, formée de carbonates. Quelle est sa véritable origine ? Pour s'en rendre compte, il importe de bien connaître auparavant la stratification géologique de l'île. Or, l'île Saint-Honorat, de même que sa sœur l'île Sainte-Marguerite, est formée par le deuxième étage du terrain jurassique (jura moyen ou oolithe moyenne) ; elle est composée de calcaire dolomisé, magnésien et siliceux, surmonté simplement d'une couche d'argile rouge ferrugineuse dépourvue de chaux. Ces circonstances étant connues, il était impossible de considérer le dépôt dont il s'agit comme une partie intégrante de la formation géologique du groupe des îles de Lérins ; il fallait songer à une production postérieure, plus ou moins récente et accidentelle ; seulement on pouvait être embarrassé sur le choix d'une explication. Le peu d'étendue des amas, leur présence dans des creux de rochers et dans des crevasses où la poussière aqueuse lancée par la lame

(1) Les phosphates des mêmes bases se comportent de même.

venait s'abattre sans pouvoir retourner à la mer, tout cela me porta d'abord à penser qu'il s'agissait là de résidus terreux, semblables aux précédents et lentement accumulés pendant des mois, des années, des siècles peut-être. Mais une autre supposition se présentait en même temps, avec des caractères d'une plus grande vraisemblance.

On pouvait admettre que le dépôt, d'apparence marneuse, de l'île Saint-Honorat était formé par les parcelles infiniment ténues détachées mécaniquement des roches calcaires par les lames qui les frappent, et lancées par celles-ci sur le rivage, où d'autres particules viennent incessamment les rejoindre.

L'analyse chimique permettait seule de trancher la difficulté en faveur de l'une ou de l'autre de ces manières de voir. En effet, les roches des îles de Lérins sont, non-seulement du calcaire dolomisé, c'est-à-dire dans lequel la magnésie remplace en partie la chaux, mais encore du calcaire abondamment fourni de silice. Or, les analyses les plus récentes n'indiquent pas la silice au nombre des éléments minéraux de l'eau des mers (1). Par conséquent, si le dépôt en question était exempt d'acide silicique libre ou combiné avec l'alumine, il y aurait de fortes présomptions en faveur de l'origine marine des substances terreuses qui le constituent. Si, au contraire, la silice en faisait partie, si surtout elle s'y trouvait en forte proportion, il devenait presque certain que nous avions affaire à un amas de particules pierreuses détachées des roches elles-mêmes. L'expérience est venue donner raison à cette dernière hypothèse.

L'essai par le chalumeau, entre les mains de M. Cohen, interne en pharmacie de mon service, a démontré la présence de la chaux et de la magnésie réunies, ainsi que de la silice; mais une analyse chimique, exécutée, sur ma prière, par mon collègue M. Leconte, professeur agrégé de la Faculté de médecine et préparateur au Collège de France, fait ressortir jusqu'à l'évidence l'analogie, si ce n'est l'identité, du dépôt pulvérulent avec la variété de calcaire qui constitue les assises des îles de Lérins.

Voici le tableau des analyses comparées des fragments de ces pierres et de la substance du dépôt terreux :

(1) Je ne connais d'exception à ce résultat général que celle qui est fournie par une récente analyse de l'eau de la Manche, exécutée par MM. Figuiet et Mialhe. Mais la Manche est une mer étroite, bordée de falaises calcaires, dont la désagrégation continue a nécessairement de l'influence sur la composition de l'eau. Cela est si vrai que l'eau du Jétoit a toujours donné une plus forte proportion de sels de chaux que l'eau de la Méditerranée. A la vérité, les habiles chimistes nommés ci-dessus ont eu soin de puiser à quelques lieues de la côte; mais c'était en face du Havre, au niveau de l'embouchure d'un fleuve dont les eaux modifient sensiblement la composition de la mer jusqu'à une certaine distance, et cette distance doit être grande. J'ai vu une rivière relativement petite, la Siagne, dans ses crues subites, teindre, du limon jaunâtre qu'elle charriait, la totalité du golfe de la Napoule, depuis l'Estérel jusqu'à la presqu'île de la Croisette, et de son embouchure vers le cap de l'Aiguillon et les îles de Lérins, c'est-à-dire dans une étendue d'environ huit kilomètres en tous sens.

	Pierre.	Dépôt.
Silice (1).....	3,550	3,600
Carbonate de chaux.....	49,262	46,469
— de magnésie.....	46,203	30,966
Eau hygrométrique.....	»	10
Chlorures solubles, matières organiques et perte...	0,985	8,965
	<u>100,000</u>	<u>100,000</u>

Il ressort de ce tableau plus d'un enseignement. D'abord, on est frappé de la similitude de composition des deux formations minérales; ensuite, on reconnaît aisément que les modifications constatées dans la substance terreuse du dépôt sont exactement celles qui doivent résulter de l'intervention de l'eau de mer. Cette eau a laissé du chlorure de sodium, mais elle a entraîné du carbonate de chaux, et surtout du carbonate de magnésie. Quant à la silice, non-seulement elle existe dans les détritits de la roche, mais elle s'y trouve en proportion un peu plus considérable que dans les fragments de pierre soumis à l'analyse par M. Leconte.

Les résultats obtenus par l'habile chimiste ne laissent donc aucun doute sur l'origine réelle du dépôt, qui doit être envisagé comme constitué par des particules solides mécaniquement détachées des roches battues par la mer. Au reste, cette origine n'importe qu'à la curiosité du savant, car le fait de la formation accidentelle d'une substance calcaire pulvérulente, capable de se disséminer dans l'atmosphère, constitue de toute façon un argument en faveur de l'idée fondamentale de cette note. Que la mer enlève des fragments quasi microscopiques des roches calcaires sur lesquelles elle exerce continuellement ses violences, ou qu'elle abandonne simplement par évaporation les carbonates terreux qu'elle tient dissous avec les autres sels, il n'en est pas moins vrai qu'elle transporte, par un mécanisme ou par un autre, du calcaire sur le terrain avoisinant; et, dans le cas particulier, cette restitution n'est peut-être pas indifférente à la végétation, puisque l'argile qui repose sur les bancs jurassiques des îles de Lérins, lavée par la pluie durant des milliers d'années, paraît aujourd'hui complètement dépouillée de carbonates terreux (2).

D'après ce qui précède, on admettra sans doute, comme nous, après MM. Payen et Le Jolis, que la mer rejette du calcaire sur la plage à l'état de débris de coquilles; on accordera même que sa poussière aqueuse ou son écume en dissémine à une certaine distance; mais, à part l'intervention des enveloppes testacées des crustacés ou des mollusques, peut-être fera-t-on toutes réserves relativement aux conséquences que je prétends tirer de la connaissance de ces particularités, au point de vue de la géographie botanique.

(1) Colorée par un peu d'oxyde de fer Fe_2O_3 , dans les fragments de roche.

(2) Du moins l'acide chlorhydrique n'y détermine pas l'effervescence caractéristique; mais cela ne prouve pas péremptoirement l'absence totale des carbonates, qui peuvent exister en assez minime proportion pour ne pas dégager de bulles apparentes.

La quantité de chaux ainsi restituée au sol, dira-t-on, est tellement infinitésimale qu'elle ne saurait avoir aucune influence sur la végétation. Je tiens à répondre d'avance à cette objection, en raisonnant sur mes propres faits, et en appelant à mon aide des observations empruntées aux géologues eux-mêmes.

Si les dépôts calcaires dont je viens de donner la description n'ont pas été signalés jusqu'à ce jour, on a vu du moins des productions qui s'en rapprochent et qui nous montrent qu'en d'autres circonstances et d'autres lieux, le phénomène apparaît sur une plus grande échelle. Nous avons, il y a plusieurs années, mon ami M. le docteur Charles Lailier et moi, cru saisir le mode de formation de certains galets par une cimentation analogue à celle du sable dont il a été question plus haut. Parmi les galets que roule la Manche au voisinage de Trouville, il en est de grisâtres, d'une cassure mate et comme terreuse, qui semblent résulter de la consolidation des fragments de terre enlevés à la côte et façonnés par le flot. Toujours est-il qu'au milieu des galets de pierre dure, on en trouve de moins résistants, de faciles à rompre; il existe même des masses encore molles et ductiles; en sorte que, sous le rapport de la cohésion, on observe toutes les gradations, depuis la consistance de l'argile jusqu'à celle de la pierre. Dans ma pensée, la terre du rivage fournissait la matière de ces cailloux roulés dont les masses molles et argileuses étaient la première ébauche, tandis que les galets proprement dits en étaient le dernier terme.... Le phénomène, j'en conviens, est susceptible d'une autre interprétation.

Peut-être, au contraire, les masses molles auraient-elles fini par se détruire; peut-être les galets durs n'étaient-ils autre chose que des fragments déjà pétrifiés lorsqu'ils furent arrachés au rivage. Trop d'objections se présentent donc contre notre manière de voir, et je renonce à faire de l'observation précédente un argument en faveur de ma thèse. Mais les faits constatés par des savants spéciaux et acceptés par les géologues démontrent que la mer peut fournir assez de calcaire pour constituer, avec les débris arénacés et autres du rivage, des conglomérats étendus, un véritable *terrain tufacé marin*, comme l'appelle M. d'Omalius d'Halloy (1). L'illustre géologue belge cite, en preuve de cette formation, les observations de M. Moreau de Jonnés sur les roches des Antilles, connues des nègres sous le nom de *maçonnés-bon-Dieu*, lesquelles forment des plages ou glacis où se trouvent emprisonnés non-seulement des coquilles actuelles, mais encore des squelettes humains. Il mentionne également les remarques de Th. de Saussure sur la roche qui se forme au bord de la mer sous le phare de Messine, près du gouffre de Charybde, et qui est composée de grains de sable unis par un ciment calcaire. Je vois encore que Boblaye a trouvé sur les côtes de Morée une roche agglomérée, très cohérente, à ciment calcaire cristallisé; et qu'on a rapporté de la baie des *Chiens marins* dans la Nouvelle-Hollande, un calcaire grossier qui renferme des

(1) *Abrégé de Géologie*, p. 267. Paris, 1853.

coquilles marines absolument semblables à celles qui vivent dans la mer environnante. Toutes ces observations, ayons soin de le remarquer, ont été faites dans les contrées chaudes et même torrides, lesquelles sont privées de pluie pendant plusieurs mois chaque année, et offrent, à un plus haut degré que le littoral méridional de la France, la sécheresse continue, favorable à la production du phénomène. Ainsi, dans certaines conditions, les carbonates terreux déposés par la mer sont si abondants qu'ils suffisent à empâter d'énormes masses de débris accumulés sur le rivage et à constituer de véritables terrains de formation contemporaine. En présence de tels faits, l'importance de la source de calcaire représentée par la mer ne saurait être un instant méconnue. En y réfléchissant, on découvre quelque chose de cette puissance jusque dans les phénomènes réduits dont la côte des Alpes-Maritimes est le théâtre.

Revenons, par exemple, à l'incrustation tufeuse des roches porphyriques ou granitiques.

Au premier abord, la source de calcaire que je signale paraîtra de peu de valeur si l'on ne tient compte que de la mince épaisseur du vernis calcaire. Mais cette appréciation se modifiera si l'on remarque que la couche terreuse concrétée à la surface des roches ne représente en réalité qu'une petite partie de la masse totale des carbonates de chaux et de magnésie, emportés par l'eau de mer réduite à l'état pulvérulent.

Sans parler de la difficulté de se solidifier, qui doit résulter pour ces substances de leur mélange avec un sel efflorescent, tel que le chlorure de sodium, il y a un agent qui tend continuellement à faire rentrer ces dépôts terreux dans le sol : cet agent, c'est la pluie.

La pluie, en effet, est un moyen assez efficace de dissolution pour les pierres calcaires, non-seulement par l'acide carbonique qu'elle enlève en traversant l'atmosphère, mais encore par l'acide nitrique dont elle est chargée pendant les orages, et même par l'acide phosphorique, dont M. Barral a signalé la présence normale dans l'air atmosphérique. Sans être très énergique ni instantanée, cette dissolution de la chaux par les eaux pluviales est rendue manifeste à la longue par la disparition de l'élément calcaire de certaines argiles, par l'érosion des roches, et surtout par la formation des stalactites dans les cavernes et ailleurs, ainsi que par celle des tufs au voisinage des sources qui ont traversé de vastes étendues de terrains de carbonate de chaux, et dont quelques-unes sont connues sous le nom de *fontaines pétrifiantes*.

L'eau acidulée de la pluie ne peut manquer d'exercer de même son action corrosive sur le vernis laissé par l'eau de mer à la surface des rochers du rivage, et le dépôt formé avec le temps n'exprime ainsi qu'une différence entre l'apport par l'eau salée et ce départ sous l'influence de l'eau acidulée.

En conséquence, il est permis de prévoir qu'il se rencontrera des pays et des époques, où, la compensation se faisant exactement, aucune incrustation de ce genre ne se produira. Cela arrivera toutes les fois que la pluie sera fré-

quente ou continue, et surtout lorsqu'elle accompagnera les grandes perturbations électriques de l'atmosphère connues sous le nom d'orages. D'après cela, il est vraisemblable que, sur le littoral des Alpes-Maritimes, non-seulement il ne se dépose rien pendant les mois d'octobre et de novembre, époques des principales pluies, mais qu'alors la couche calcaire doit être en perte. On en peut dire presque autant du mois de mars. Je ne serais pas étonné non plus que l'incrustation calcaire, absente dans toutes les contrées humides et pluvieuses du nord, ne se rencontrât que dans des climats plus secs et sous des parallèles plus rapprochés de l'équateur. Cette absence ne prouverait rien contre l'introduction des éléments calcaires par l'eau de mer dans le sol du littoral; seulement, la preuve manifeste et permanente qui m'a conduit à reconnaître l'existence du phénomène manquerait dans ce cas. Et, si l'on a égard à la faible proportion des sels terreux laissés par l'eau de mer, qui, en raison de leur mélange avec des sels efflorescents, peut se fixer sur la pierre dénudée, on comprendra que la quantité absolue de ces parties terreuses est très mal représentée par les incrustations dont il s'agit.

Cette action contraire de l'eau pluviale est tellement vraie, que les vernis tufacés les plus considérables se voient dans des cavités surplombées par une partie saillante en forme d'auvent. Là, seulement, se rencontrent les concrétions mamelonnées, stalactitiformes, mentionnées plus haut.

Mais, si les sels de chaux amenés par la pluie de mer ou par son écume, adhèrent difficilement à la roche dénudée et ne s'y maintiennent qu'en faible proportion, il est clair qu'ils seront fixés, au contraire, en majeure partie par les végétaux, quand l'eau de mer divisée viendra en humecter le feuillage ou imbiber le sol qui les nourrit. Alors rien, pour ainsi dire, ne sera perdu, et le voisinage de l'Océan ou de la Méditerranée devenant une source de calcaire, la terre naturellement privée de carbonates terreux, comme les formations plutoniennes et primaires, pourra néanmoins porter des espèces botaniques auxquelles une petite proportion de chaux est indispensable (1).

Voilà, dans mon opinion, comment il se fait que le Thym soit si abondant sur la plage de Cannes, ainsi que les *Fumana* et d'autres espèces amies du calcaire, et pourquoi quelques pieds de *Cistus albidus* croissent spontanément dans les rochers granitiques de la Boucca et quelques Romarins sur le porphyre de l'Estérel. Ce point d'application sera traité plus tard dans le travail de géographie botanique que je prépare sur les environs de Cannes.

Je me contente de résumer en quelques propositions l'idée développée dans cette note et les faits d'observation qui lui servent de base.

1° Le littoral maritime, à une distance assez considérable, mais encore in-

(1) Est-il besoin de dire que les ruisseaux, les rivières ou les fleuves, qui se sont chargés de carbonate de chaux en parcourant les terrains calcaires, en fournissent à leurs rives, à la traversée des terrains exclusivement siliceux?

déterminée, du rivage, n'est jamais complètement privé de calcaire, même quand le terrain appartient aux formations primaires qui ne renferment pas cet élément minéral.

2° Les sels de chaux, indispensables à beaucoup de plantes, favorables à la plupart, sont fournis, par la mer elle-même, aux côtes qu'elle baigne, soit directement, soit indirectement.

3° Tantôt, en effet, ce sont les coquilles des animaux qu'elle nourrit, qui, broyées et rejetées par le flot, se mêlent au sol siliceux de la plage et l'enrichissent de calcaire. Ou bien, ce sont des particules solides, arrachées mécaniquement par la vague aux rochers du rivage, qui, desséchées ensuite, sont portées par le vent sur un sol de pure argile.

La nature réalise ainsi ce que l'industrie humaine exécute à grands frais dans l'intérieur du continent pour l'amendement des terres.

4° Tantôt, l'eau de la mer emporte et dépose directement sur le sol les sels terreux, tenus par elle en dissolution ou bien en suspension dans l'écume, comme le prouvent la cimentation du sable par la *vague de plus longue portée* et surtout le tuf calcaire, comparable aux incrustations des fontaines pétrifiantes dont j'ai donné la description.

Les formations géologiques modernes mentionnées par les auteurs nous montrent ces phénomènes grossis et d'une évidence plus palpable.

5° Ces divers procédés, à l'aide desquels la mer introduit des quantités notables de carbonates terreux dans les régions avoisinantes, expliquent suffisamment la présence sur le littoral d'espèces botaniques qui, d'habitude, ne prospèrent que dans les terrains naturellement plus ou moins riches en carbonate de chaux.

Ces conclusions formulées, qu'il me soit permis d'exprimer mon admiration pour cette variété de ressources et cette simplicité de moyens dont l'histoire naturelle nous offre ici un nouvel et remarquable exemple.

Ainsi, chaque goutte de pluie qui tombe sur la vaste étendue des continents, arrache une molécule à l'écorce solide du globe, et les fleuves, chargés des dépouilles de la terre, précipitent leur course pour les engloutir dans les abîmes de l'Océan. Mais la mer ne dévore pas sans retour ces trésors : elle accumule dans ses profondeurs ces précieux dépôts, qui reparaitront un jour à la surface après un nouveau cataclysme. Elle fait plus encore : elle restitue incessamment à la terre quelques parcelles des richesses minérales qu'elle en a reçues ; seulement, à l'exemple des grands, elle ne fait participer à ses largesses que ceux qui l'approchent.

M. le Président demande à M. Gubler jusqu'à quelle distance du rivage lui paraît s'étendre l'influence de la mer, sur laquelle il vient d'appeler l'attention de la Société.

M. Gubler répond que le Thym, dont la présence témoigne de

cette influence, ne s'éloigne généralement pas de plus de 100 mètres du littoral.

M. Duchartre dit que l'eau salée est quelquefois transportée par les vents assez loin de la mer. Il se souvient d'avoir observé sur les bords du canal du Languedoc, près du pont de Roquehaute (Hérault), distant de la Méditerranée d'environ 2 kilomètres, des *Tamarix gallica* dont les feuilles offraient un miroitement dû sans doute à de petits cristaux de sel marin, et avaient une saveur salée.

M. J. Gay fait remarquer que la saveur salée des feuilles de *Tamarix* observées par M. Duchartre peut être due à une autre cause qu'au transport de l'eau de mer. Il a vu lui-même suinter une liqueur salée à la surface de rameaux de *Tamarix* qui avaient perdu leurs feuilles et qu'il avait mis dans l'eau. Il rappelle qu'aux Canaries et aux îles du Cap-Vert, les bosquets de *Tamarix* sont difficiles à traverser quand ces arbres sont en pleine végétation, parce que les vêtements sont salis par une liqueur que sécrètent les feuilles.

M. Ém. Bescherelle rend compte de la manière suivante d'une herborisation qu'il vient de faire, avec quelques autres jeunes botanistes, aux environs de Fontainebleau :

RAPPORT DE **M. Émile BESCHERELLE** SUR UNE HERBORISATION FAITE AUX ENVIRONS DE FONTAINEBLEAU, SOUS LA DIRECTION DE M. MAURICE TARDIEU.

Le 30 juin dernier, MM. E. Bescherelle, Bonnet, Damiens, Gaodefroy, Latteux, Du Parquet, Pérard, Tardieu et Tellier, descendus à la station de Fontainebleau, se sont dirigés sur Valvin, par le bois de la Madeleine, où ils ont recueilli :

Tordylium maximum,	Chlora perfoliata,
Anacamptis pyramidalis,	Gentiana cruciata,
Limodorum abortivum,	Cephalanthera rubra,
Hypochæris maculata,	Vinca major.
Phalangium ramosum,	

Après avoir traversé le pont de Valvin, en remontant la Seine, ils ont trouvé :

Villarsia Nymphoides,	Senecio paludosus,
Sium latifolium,	Sonchus palustris,
Heleocharis acicularis,	Euphorbia platyphylla.
Scirpus maritimus,	